

SUIVI ÉCOLOGIQUE DES RÉCIFS CORALLIENS DES STATIONS IFRECOR EN MARTINIQUE DE 2001 À 2006

H. LEGRAND^{1,2}, Y. ROUSSEAU^{1,2}, C. PÉRÈS¹ & J.-P. MARÉCHAL^{1,3}

SUMMARY. – *Ecological monitoring of coral reefs in IFRECOR survey sites in Martinique between 2001 and 2006.* – Monitoring of coral reefs in Martinique started in 2001, after the first permanent IFRECOR survey site was created in the island. Four permanent transects of 60 m long are sampled twice a year during the dry and the wet season in the area. Benthic community cover and fish assemblages are assessed using scuba diving techniques. The benthic communities composition remained stable, while already degraded, until end 2005 with average coral cover values of 38.7 % over the Southern reef sites and 22.9 % on the Atlantic coast. The major bleaching event during the second semester of the year 2005 killed about 14 % of the coral colonies in Martinique. Beginning 2006, a disease outbreak also killed another 15 % of the corals, with significant differences between species. Globally, although coral reef decline had started before these events, an average of 30 % of the coral reefs of Martinique disappeared during the past 2 years. Thereby, there was a decrease in the average coral cover down to 32.9 % (South Caribbean) and 14.8 % (Atlantic). No effect has been recorded yet on coral reef fish assemblages in terms of total biodiversity, individuals and biomass. Global climate change and anthropogenic pressures are principally involved in the coral reef ecological status in Martinique. Regional MPAs projects are under review and could be an environmental issue for coral reef protection and preservation in the future.

RÉSUMÉ. – Les récifs coralliens de Martinique font l'objet d'un suivi scientifique depuis 2001, date de création de la première station de référence IFRECOR dans le département. Progressivement 4 stations ont été mises en place sous la forme de transects permanents d'une longueur de 60 m et sont échantillonnées chaque année au cours des saisons sèche et humide. Le recouvrement par les communautés benthiques ainsi que la structure des peuplements ichtyologiques sont évalués à partir d'un protocole d'observation en plongée. Les communautés, bien que déjà dégradées, présentaient une stabilité relative jusque fin 2005, avec un taux de couverture moyen de 38,7 % du fond pour les sites coralliens du sud Caraïbe à 22,9 % sur la côte atlantique. L'épisode de blanchissement qui a touché l'ensemble de la Caraïbe au second semestre 2005 a entraîné une mortalité des colonies coralliennes évaluée à 14 %. Début 2006, le développement de maladies spécifiques des coraux a fait à nouveau chuter le taux de corail vivant de 15 %, avec des différences significatives selon les espèces. Globalement, bien que le déclin des récifs ait été amorcé bien avant ces événements majeurs, la perte en corail vivant sur les récifs de Martinique est évaluée à 30 % en moyenne au cours des deux dernières années. Ainsi les taux de couverture moyens en corail évalués au cours des deux suivis de l'année 2006 n'étaient plus que de 32,9 % à 14,8 % sur les mêmes sites respectifs. Aucun changement significatif dans la structure des peuplements de poissons (biodiversité totale, effectifs et biomasse) pris dans leur ensemble n'a été mis en évidence suite à ces changements écologiques. Le réchauffement climatique et les nombreuses pressions anthropiques qui s'exercent sur les côtes de l'île sont majoritairement responsables de cet état écologique. Des projets de réserves marines régionales sont en cours d'étude et devraient permettre de prendre des mesures efficaces de préservation des écosystèmes coralliens de la Martinique dans les années à venir.

¹ Observatoire du Milieu Marin Martiniquais, 3 avenue Condorcet. F-97200 Fort de France. E-mail : ommm@ommm.org

² UMR 8046 CNRS-EPHE « Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens », 52 avenue Paul Alduy, Université de Perpignan. F-66860 Perpignan

³ University of Newcastle, School of Marine Science and Technology, Ridley building. NE1 7RU Newcastle upon Tyne, U.K.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE DE L'ÎLE DE LA MARTINIQUE

La Martinique est une île d'origine volcanique (Montagne Pelée – 1396 m) de l'archipel des Petites Antilles, au sud de l'île de la Dominique et au nord de l'île de Sainte-Lucie, entre les latitudes 14° 50' N et 14° 23' N et à la longitude moyenne de 64° 12' W. La longueur nord-sud est d'environ 60 km et sa plus grande largeur de 30 km, pour une superficie de 1 128 km².

La Martinique est un des trois Départements Français d'Amérique (DFA), mais également une des sept régions ultra-périphériques de l'Union Européenne. La préfecture est Fort-de-France. Elle dispose d'un Conseil Régional et d'un Conseil Général. Administrativement l'île est divisée en 34 communes.

La population était estimée à 399 000 habitants (source INSEE) en 2006 (en augmentation de 0,6 % depuis 1999), soit une densité moyenne de 354 habitants par km² (plus de trois fois la moyenne nationale : 106 hab/km²). Un tiers des habitants vivent sur le littoral.

DONNÉES ÉCONOMIQUES

Le PIB par habitant s'élevait à 14 823€ en 2003 (source INSEE), soit environ 60 % du niveau national, valeur élevée à l'échelle de la Caraïbe. Le taux de chômage était de 21 % (selon la définition BIT) en décembre 2006. L'économie générale repose essentiellement sur le secteur tertiaire. Le secteur primaire, principalement la culture de la banane et de la canne à sucre, représentait 7,7 % du PIB en 2000. La pêche et le tourisme dépendent énormément de l'environnement marin et de sa qualité.

LA PÊCHE

La pêche représente 1 % du PIB martiniquais, mais au moins 1,2 % des emplois (Commission Européenne, 2007). En 2004 la flottille totale comptait 1 176 embarcations déclarées et 1 294 marins actifs, dont 1 215 inscrits à la petite pêche (DRAM, 2005). La même année, la quantité de poissons pêchés a été estimée à 6 304 ± 1 576 tonnes. La Martinique importe de grandes quantités de produits de la mer pour satisfaire la demande locale (8 314 tonnes importées en 2004 – DRAM, 2005). La pêche est essentiellement artisanale. Blanchet *et al.* (2002) séparent les ressources halieutiques martiniquaises en : « ressources côtières, principalement démersales » (poissons, crustacés et mollusques des coraux et herbiers) et « ressources pélagiques hauturières » (espèces migratrices : thons, bonites, daurades coryphènes, espadons, marlins). Différentes techniques de pêche sont utilisées (Guillou & Lagin, 1997 ; Sacchi *et al.*, 1981 ; Taquet, 2004). Depuis 1999, 8 cantonnements de pêche ont été mis en place en Martinique pour favoriser la reconstitution des stocks halieutiques côtiers (décrets 90-094, 90-618, 92-335) (Fig. 1).

LE TOURISME

Le tourisme est un secteur clé de l'économie martiniquaise (7 % du PIB et 6 % des emplois – INSEE / 219,7 millions d'euros en 2005 – Comité Martiniquais du Tourisme). La clientèle touristique comptait 639 060 visiteurs la même année dont 510 000 touristes de séjour, 90 000 touristes de croisière et 23 000 plaisanciers (source : Comité Martiniquais du Tourisme). Le sud de l'île est le plus fréquenté (plus de 60 % des touristes de séjour). Ce secteur géographique concentre 60 % des hôtels homologués et 66 % des chambres (98 hôtels en 2005 – 4 673 chambres – taux d'occupation moyen de 56,5 % – source INSEE). Le chiffre d'affaire de la plongée sous-marine a été évalué à 15 millions de francs en 1996 (Gabrié, 1998).

PRESSIONS

L'environnement marin local est menacé par les activités agricoles. Les cultures de la banane (11 000 ha plantés, 260 000 tonnes exportées) et de la canne à sucre (3 000 ha) constituent les deux plus grosses sources de pollutions phytosanitaires. Les terres agricoles comptent 33 000 ha. Les cours d'eau sont pollués, à des niveaux très élevés, en azote, phosphore,

pesticides, par des matières en suspension. La présence de micro-polluants (métaux lourds, pesticides – Pons, 1988), à des concentrations importantes, est inquiétante (baie du Marin : argent [10,4 mg.kg⁻¹ poids sec] ; plomb [0,5 mg.kg⁻¹ poids sec] – RNO, 2006). Les origines de ces pollutions sont connues : industries chimiques, raffineries, lixiviats de décharges, rejets urbains. Les problèmes émanent également des rejets d'épuration collectifs, des dispositifs d'épuration individuels, des rejets de l'industrie agroalimentaire (distilleries), et des carrières (SDAGE, 2002).

COMPÉTENCES EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT

De nombreux organismes institutionnels, associatifs et privés sont impliqués dans les programmes de gestion et de protection de l'environnement marin en Martinique : DIREN, Conseil Régional, Conseil Général, OMMM, CSRPN, CELRL, PNRM, Comité Régional des Pêches, AFMAR, DRIRE, DDASS, DAF, DDE-CQUEL, ONF (Bouchon, 1998).

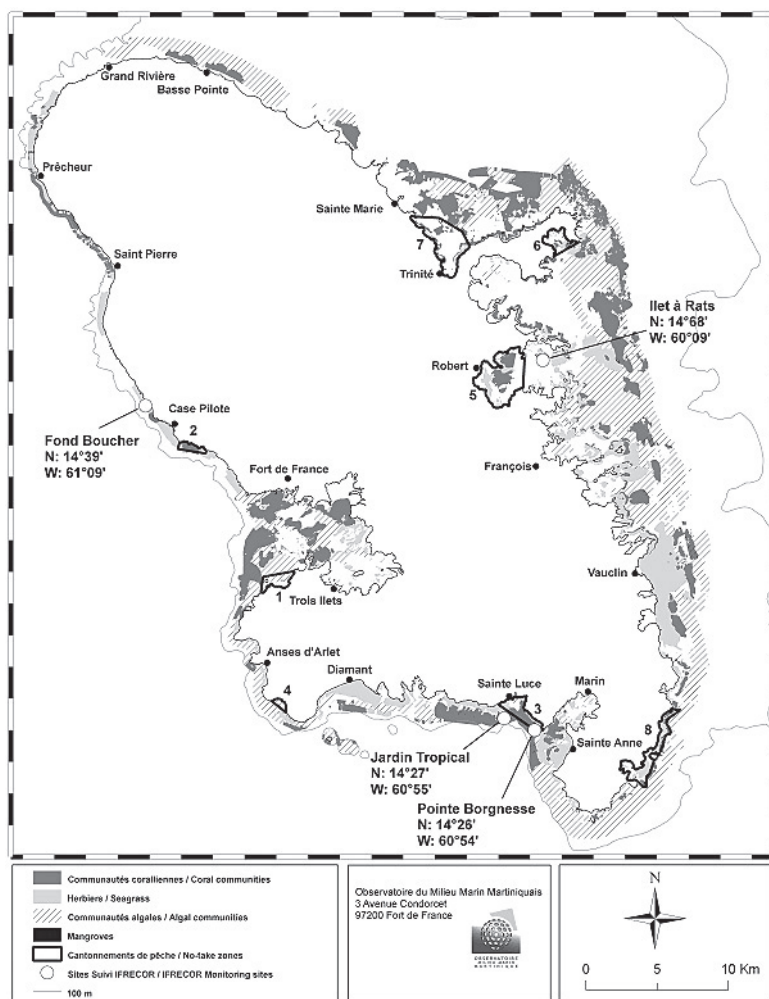


Figure 1. – Cartographie des zones récifales, des herbiers et des mangroves sur le littoral de la Martinique et localisation des 4 stations de suivi IFRECOR et des cantonnements de pêche (OMMM, 2006b). *Coral reefs, seagrass and mangroves map along the coast of Martinique and location of the 4 IFRECOR monitoring sites and no-take zones (OMMM, 2006b).*

LES RÉCIFS CORALLIENS DE MARTINIQUE

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIE DES RÉCIFS CORALLIENS

Trois grands types de formations coralliennes (Fig. 1) sont identifiés en Martinique (Bouchon, 1998).

(a) *Le récif frangeant* sur les côtes Sud et Est de l'île est formé d'une plate-forme (quelques m à un km), se poursuivant par une pente externe plus ou moins abrupte. Les formations récifales les mieux développées se situent sur la côte sud Caraïbe, de la pointe du Diamant à la pointe Borgnesse. Le plateau corallien est immergé à quelques mètres. Des vallées sous-marines, devant l'embouchure des rivières, signes des évolutions géologiques, découpent le récif en plusieurs cayes (Bouchon & Laborel, 1986 ; Battistini, 1978). Dans les zones abritées à l'arrière du récif, des herbiers de phanérogames marines se sont développés. Les mangroves ont colonisé le bord de côte.

(b) *Le récif barrière* algo-corallien, présent sur la façade Atlantique, est délimité au nord par la presqu'île de la Caravelle et se prolonge vers le sud sur 25 km. La pente récifale externe douce descend vers - 20 ou - 30 m ou elle disparaît sous un talus sédimentaire. Les communautés benthiques sont fortement dégradées. Le substrat corallien, formé de squelettes anciens d'*Acropora palmata*, est colonisé par les algues. A quelques mètres de profondeur, sur la pente externe, des colonies coralliennes de formes massives des genres *Montastraea*, *Diploria* et *Colpophyllia* sont présentes. Les algues calcaires du genre *Halimeda* ont largement supplanté le peuplement corallien. La zone lagonaire, entre le récif et la côte, a une profondeur maximale de 30 m. Les communautés coralliennes se développent jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. Au delà le fond est sablo-vaseux. Des herbiers de phanérogames marines (*Thalassia testudinum*) se sont développés dans les secteurs abrités. Les formations récifales présentes le long des côtes rocheuses sont de type frangeant. Des mangroves ont colonisé les rivages sédimentaires des fonds de baies.

(c) *Les fonds coralliens non bio-constructeurs* sont présents sur la côte Caraïbe, principalement au nord-ouest de l'île où les pentes sous-marines sont très accores. Les communautés coralliennes forment des massifs isolés colonisant le substrat rocheux.

NATURE DES ÉCOSYSTÈMES ASSOCIÉS AUX RÉCIFS CORALLIENS EN MARTINIQUE

Les herbiers de phanérogames

Plus de 60 espèces de phanérogames marines sont actuellement connues, mais seulement 6 espèces de 2 familles sont présentes dans les Petites Antilles : les Hydrocharitacées dont les espèces *T. testudinum*, *Halophila decipiens* et *Halophila baillonis* et les Potamogetonacées dont *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* et *Halodule beaudettei* (Laborel-Deguen, 1984). *T. testudinum* et *S. filiforme* sont les deux espèces majoritaires de Martinique. Les herbiers s'étendent sur environ 4636 ha sur les côtes de la moitié sud de l'île, entre les anses d'Arlet et la baie du Robert (OMMM, 2006b), soit un peu plus que les 3900 ha estimés par Chauvaud (1997). Dans la baie de Fort de France, ils couvrent environ 320 ha (OMMM, 2006b).

Les mangroves

Les mangroves occupent 1800 ha de littoral, dont 1200 dans la baie de Fort-de-France (Brossard *et al.*, 1991). Elles sont généralement formées d'une ceinture maritime à *Rhizophora*, suivie d'une ceinture arbustive à *Rhizophora*, *Avicennia* et *Laguncularia*, une ceinture forestière interne dominée par *Rhizophora* et une ceinture forestière externe, dominée par *Avicennia* et *Laguncularia* (Brossard *et al.*, 1991).

BIODIVERSITÉ MARINE EN MARTINIQUE

La complexité structurelle des récifs de la Martinique favorise le développement de peuplements benthiques d'une grande biodiversité. D'après Bouchon & Laborel (1986), 45 espèces de coraux (Hydrocoralliaires et Scléractinaires) sont présents sur les côtes de l'île. Des inventaires des poissons pélagiques, de récifs et de mangroves ont dénombré environ 300 espèces (Bouchon-Navaro & Louis, 1986 ; Bouchon-Navaro *et al.*, 1992 ; Louis *et al.*, 1995 ; Bouchon-Navaro, 1997). Lamy *et al.* (1984) ont recensé 370 espèces de mollusques lors de la mission Corantilles 2. Le peuplement de spongiaires compte 70 espèces identifiées (Vacelet, 1984) et 35 espèces de gorgones ont été inventoriées entre la surface et -35 m par Philippot (1986). Un inventaire des peuplements algaux de la Martinique est actuellement en cours. À ce jour plus d'une centaine d'espèces ont été identifiées (OMMM, données non publiées). La population de reptiles marins compte 5 espèces (Fretey, 1990) dont deux principales, *Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*. Des cétacés fréquentent les eaux littorales : 14 espèces ont été identifiées en 2003 (SEPANMAR, 2003).

UN PATRIMOINE NATUREL EXCEPTIONNEL SUPPORTANT UNE PART IMPORTANTE DE L'ÉCONOMIE LOCALE (TAB. I)

TABLEAU I

Évaluation des biens et services rendus par les récifs coralliens en Martinique (de 'Très important' à 'Peu important').
Estimation of goods and services of coral reefs in Martinique (from 'Very High' to 'Very Low')

<i>Activités socioprofessionnelles</i>	<i>Évaluation</i>
Pêche professionnelle	Très important
Pêche vivrière	Très important
Aquaculture	Important
Récréation payante (tourisme balnéaire, plongée,...)	Très important
Récréation gratuite (baignade, chasse sous-marine,...)	Très important
Protection côtière	Très important
Epuration des bassins versants (apports terrigènes, intrants agricoles,...)	Très important
Recherche et éducation (IFRECOR, activités scolaires,...)	Important
Services culturels (religion, arts,...)	Peu important

Patrimoine naturel et protection du littoral

Les écosystèmes marins de la Martinique ont une valeur patrimoniale naturelle importante, due au fort taux d'endémisme de la faune et de la flore. La connectivité des trois écosystèmes, récifs, herbiers et mangroves, représente un intérêt écologique et scientifique incontestable. La présence des récifs et des mangroves, notamment ceux de la façade atlantique, assure la protection des côtes contre la houle et limite l'érosion des plages (raz de marée, cyclones).

Pêche artisanale

Les récifs contribuent à la production halieutique locale, bien qu'aucune donnée statistique de débarquement n'ait été collectée régulièrement depuis le milieu des années 1990. L'activité de pêche dans les zones récifales, ou petite pêche, vise trois types de ressources : poissons, crustacés et mollusques (Gobert, 1990, 1991a, 1991b). Les engins de pêche peu sélectifs caractérisent des pêcheries multisécifiques (Gobert, 1989). Les casiers positionnés sur les cayes capturent des poissons de toutes espèces et de toutes tailles, y compris des juv-

niles, contribuant au déclin des stocks halieutiques sur le plateau continental. Les trémails à langoustes (*Panulirus argus* et *P. guttatus*), trémails à lambis (*Strombus gigas*) et filet droit de fond à poissons sont responsables de nombreuses captures accidentelles de tortues chaque année. Plus de 90 % de l'effort de pêche est concentré sur les récifs (DRAM, 2005). En plus de la pêche artisanale au casier et au filet, la pêche à la ligne et la chasse sous-marine participent de manière non négligeable à l'exploitation des ressources.

La pêche professionnelle est quantifiable. Par contre la pêche plaisancière ne l'est pas, alors que cette activité de plaisir ou de subsistance a sans doute un impact important sur les ressources disponibles.

Tourisme

Les activités touristiques principales sur l'espace maritime sont les promenades en mer, bateaux à fond de verre, location de bateaux de plaisance et de scooters des mers, pêche au gros et plongée sous-marine, cette dernière tirant le plus de bénéfices des récifs coralliens en Martinique. Trente six clubs sont présents, majoritairement localisés sur le littoral Caraïbe. En 2004, le nombre de plongées était estimé à 160 000 par an, réparties sur 107 sites de plongées répertoriés (OMMM, 2004a). L'évaluation de l'effort de plongée a montré une répartition inégale selon les sites, de quelques dizaines de plongées/an à plus de 10 000 plongées/an, bien au delà des seuils recommandés dans la littérature (Barker & Roberts, 2004 ; Dixon *et al.*, 1994)

UNE MÉCONNAISSANCE DE L'ÉCOLOGIE DES MILIEUX MARINS DUE À UN DÉFICIT DE RECHERCHES FONDAMENTALES

Les premières études scientifiques consacrées aux écosystèmes récifaux de la Martinique apparaissent dans les années 1970-80 (Adey, 1977 ; Battistini, 1978 ; Chassaing *et al.*, 1978) et portent essentiellement sur la géomorphologie et la biodiversité des formations coralliennes (« Corantilles 2 » – Laborel *et al.*, 1984). En 1991, la Région Martinique et le PNUE financent un programme de recherche sur la protection et la valorisation du milieu naturel de la baie de Fort-de-France (Brossard, 1991), suivi en 1997 par la réalisation d'une cartographie des écosystèmes marins côtiers de la moitié sud du littoral martiniquais (Chauvaud, 1997). Une carte des formations sédimentaires du plateau insulaire de Martinique a été produite par IFREMER en 2000 (IFREMER, 2000). En 2007 aucun organisme de recherche institutionnel ne travaille sur la problématique générale des récifs coralliens en Martinique. L'équipe pluridisciplinaire DYNECAR de l'Université des Antilles et de la Guyane, implantée en Guadeloupe, participe ponctuellement à des études fondamentales sur les milieux marins martiniquais, notamment le suivi de deux stations IFRECOR (Pointe Borgnesse et Fond Boucher).

Depuis 2002 la création de l'association Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM) a favorisé le développement de plusieurs thèmes de recherche, dont plusieurs thèses :

- Suivis IFRECOR : mise en place du réseau de stations permanentes de suivi et d'évaluation écologique des écosystèmes coralliens,

- « Caractérisation des biocénoses benthiques du littoral Martiniquais : Évaluation de leur état de santé vis-à-vis des pressions anthropiques et impact de l'enrichissement des eaux côtières en nutriments sur le développement des macroalgues en zone récifale ».

- « Structures des peuplements ichtyologiques des récifs coralliens de la Martinique en relation avec la qualité de l'habitat – prise en compte dans la délimitation des zones de cantonnement » (thèse de doctorat EPHE/OMMM),

- « Impact de la pêche artisanale côtière sur les populations de tortues marines aux Antilles françaises. Evolution de la sélectivité des filets de pêche » (thèse de doctorat EPHE/OMMM),

- « Efficacité des récifs artificiels et zones de cantonnement de pêche en Martinique » (thèse de doctorat EPHE),

- « Dynamique de colonisation des formations récifales par les sargasses en Martinique » (thèse de doctorat).

L'IFREMER, présent en Martinique depuis 1970, concentre ses activités sur l'aquaculture tropicale marine et le développement de la pêche au large, sur DCP (Dispositif de Concentration de Poissons). Les travaux menés dans la station locale ont favorisé la création de fermes aquacoles et la relance de l'activité halieutique par la pêche des poissons pélagiques sur les DCPs. L'IRD n'a plus de pôle halieutique depuis 1996. Un SIH (Système d'Informations Halieutique) vient d'être mis en place à IFREMER.

L'ABSENCE D'AIRES MARINES PROTÉGÉES

La Martinique n'a pas d'aires marines protégées. Les missions d'inventaire réalisées par l'OMMM ont révélé l'existence de zones d'intérêt écologique importantes, notamment le secteur sud Caraïbe. Plusieurs formations coralliennes uniques (*Montastraea* et *Agaricidae*) accentuent le caractère écologique inhabituel de cette région. La rareté des peuplements coralliens d'une telle qualité en Martinique a permis le classement de l'ensemble des pentes externes des 7 cayes récifales en ZNIEFF de type I (OMMM, 2006c) et justifie la création d'une réserve naturelle. Le Conseil Régional de Martinique a lancé une procédure de consultation de la population locale et des usagers du milieu marin en particulier, début 2007, dans le cadre de deux projets de réserves marines régionales. L'existence des cantonnements de pêche (zones interdites temporairement à toute forme de pêche professionnelle et de loisir, et au mouillage des bateaux en dehors de l'utilisation des corps-morts) depuis 1999 confère une protection temporaire aux ressources halieutiques côtières. Il existe 8 cantonnements en Martinique (Fig. 1), dont 5 ont été réouverts à la pêche à titre expérimental et sous certaines conditions spécifiques entre le 1^{er} juillet 2007 et le 30 septembre 2007. Deux de ces secteurs font l'objet d'un suivi pour la pêche côtière.

LE RÉSEAU DE SUIVI DES RÉCIFS CORALLIENS DE LA MARTINIQUE

La mise en place du réseau national IFRECOR en 1999 s'est traduite en Martinique par la constitution d'un comité local et la création de l'OMMM, association dédiée à la mise en œuvre du plan d'actions. Un réseau de 4 stations de suivi de l'état de santé des récifs coralliens a été progressivement développé entre 2001 et 2005, en collaboration avec l'UAG (Fig. 1). Ces stations sont à une profondeur de 10-12 m, zone de biodiversité maximale dans les récifs de la région caraïbe (à l'exception de la station Ilet à Rats – 5 m – dû à la spécificité des formations coralliennes atlantiques).

PROTOCOLE DE SUIVI SCIENTIFIQUE

Le protocole de suivi de l'état de santé des écosystèmes récifaux de la Martinique repose sur les protocoles GCRMN (Hill & Wilkinson, 2004) et CARICOMP (CARICOMP, 2001 ; Linton & Fisher, 2004), modifiés par Bouchon *et al.* (2003). Deux campagnes de suivis sont réalisées chaque année pour tenir compte des variations saisonnières des communautés récifales (Bouchon-Navaro, 1997), en juin (saison sèche) et en novembre (saison humide) (OMMM, 2003, 2004b, 2006a, 2007). La température de l'eau est enregistrée par des capteurs (EBBRO Logger EBI 85A) placés sur chaque transect (1 capteur par site).

ÉVALUATION DES PEUPLEMENTS BENTHIQUES

Les campagnes d'échantillonnage sont réalisées en plongée sous-marine avec scaphandre (Loya, 1972) le long de transects permanents de 60 m (1 par site) marqués par des multi-décamètres. Tous les organismes benthiques sessiles interceptés par le cordage sont identifiés par grands groupes systématiques et/ou jusqu'à l'espèce. Le pourcentage de recouvrement du fond est donné par le rapport entre la longueur occupée par chaque organisme sous le cordage, en projection verticale, et la distance totale échantillonnée. La taille des colonies coralliennes (L, I, H) et leur état de santé (couleur, % de nécrose) sont évalués. Pour mettre en évidence des différences entre les suivis annuels, des classifications hiérarchiques (Minitab) ont été réalisées à partir des % de couverture des catégories benthiques pour chaque groupe.

Évaluation de la biodiversité corallienne

La diversité en espèces de coraux est calculée à partir du nombre total d'espèces identifiées sur le transect. La part de chaque espèce est rapportée au total d'espèces comptabilisées. Le pourcentage de couverture de chaque espèce par rapport à la couverture totale (en cm) de toutes les espèces sur le transect est aussi calculé.

Identification des coraux juvéniles et estimation du recrutement corallien

Un comptage des colonies coralliennes de diamètre inférieur à 2 cm est réalisé le long de chaque transect sur une surface de 30 m² (2 fois 30 m x 50 cm).

PEUPLEMENTS ICHTYOLOGIQUES

Les poissons sont identifiés et dénombrés sur 5 « bandes-transects » (5 échantillons) de 30 m de long sur 2 m de large, soit une surface totale échantillonnée de 300 m². Le comptage est réalisé à vitesse régulière. Les relevés sont limités à un nombre restreint d'« espèces cibles » (Bouchon *et al.*, 2003), regroupant l'ensemble des catégories trophiques et certaines familles indicatrices de l'état de santé du récif, ou d'intérêt commercial (Hodgson & Liebel, 2002 ; Lewis & Wainwright, 1985).

Abondance, taille et biomasse des poissons

Les poissons d'une même espèce cible sont dénombrés selon des classes d'abondance et de taille, en plongée (Tab. II). L'abondance en espèces cibles est évaluée en utilisant la médiane de chaque classe (ind/300 m²). La biomasse (kg/300 m²) est calculée (estimation) à l'aide des tables de régressions taille-poids de Bohnsach (1988).

TABLEAU II

Classes d'abondance et de taille (cm) utilisées lors du comptage visuel des espèces cibles de poissons pour les campagnes de suivi IFRECOR Martinique. Abundance and size (cm) classes used in visual census of fish during the IFRECOR survey in Martinique

Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abondance	1	2	3-5	6-10	11-30	31-50	51-100	101-300	301-500	501-1000
Taille	< 5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	>50	-	-

Analyse du peuplement par famille et par groupe trophique

Le peuplement ichtyologique est décrit en analysant les données d'abondance et de biomasse par famille et régime alimentaire (dernière catégorie non présentée dans le cadre de cet article).

ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE DE L'UTILISATION DES RÉCIFS CORALLIENS EN MARTINIQUE

Dans le cadre du projet de création de la réserve marine régionale de Sainte Luce, l'OMMM a entrepris une évaluation socio-économique afin d'aider le Conseil Régional dans la conduite du processus de consultation des usagers des milieux marins. Les méthodologies de Bunce (2003) et Bunce *et al.* (2000) sont largement employées dans le domaine des récifs coralliens mais n'ont jamais été mises en œuvre dans les collectivités françaises d'Outre-Mer. Une approche de l'évaluation socio-économique des récifs en Martinique est donnée dans le document « Évaluation du contexte socio-économique du projet de création de la réserve de Sainte Luce » (OMMM, 2007).

ÉVOLUTION DES RÉCIFS CORALLIENS EN MARTINIQUE DEPUIS LE DÉBUT DES SUIVIS IFRECOR

ÉVOLUTION DES PEUPLEMENTS BENTHIQUES DES RÉCIFS CORALLIENS DE MARTINIQUE DEPUIS 2001

Les résultats des suivis écologiques des stations IFRECOR de Martinique montrent globalement une stabilité dans la composition des communautés benthiques jusqu'à la fin de l'année 2005, puis un déclin général des taux de couverture en corail, plus ou moins marqué selon les sites (Fig. 2a). Cette transition est largement due au phénomène de blanchissement qui a touché l'ensemble de la Caraïbe au second semestre 2005 et entraîné la mort d'un grand nombre de colonies coralliennes (environ 14 % – OMMM, 2006a).

L'évolution des peuplements coralliens sur l'ensemble des sites échantillonnés montre une diminution de la couverture totale en coraux, comprise entre 19,6 et 28,6 % (Tab. III). Les classifications hiérarchiques réalisées à partir des données de recouvrement total par site, toutes catégories benthiques comprises, isolent les échantillons de 2006 des autres campagnes de suivi (Fig. 2b), isolement particulièrement bien marqué sur les sites Pointe Borgnesse et îlet à Rats. Cette observation est moins flagrante sur le site Fond Boucher, où le % de couverture corallienne était en progression régulière depuis le début des suivis.

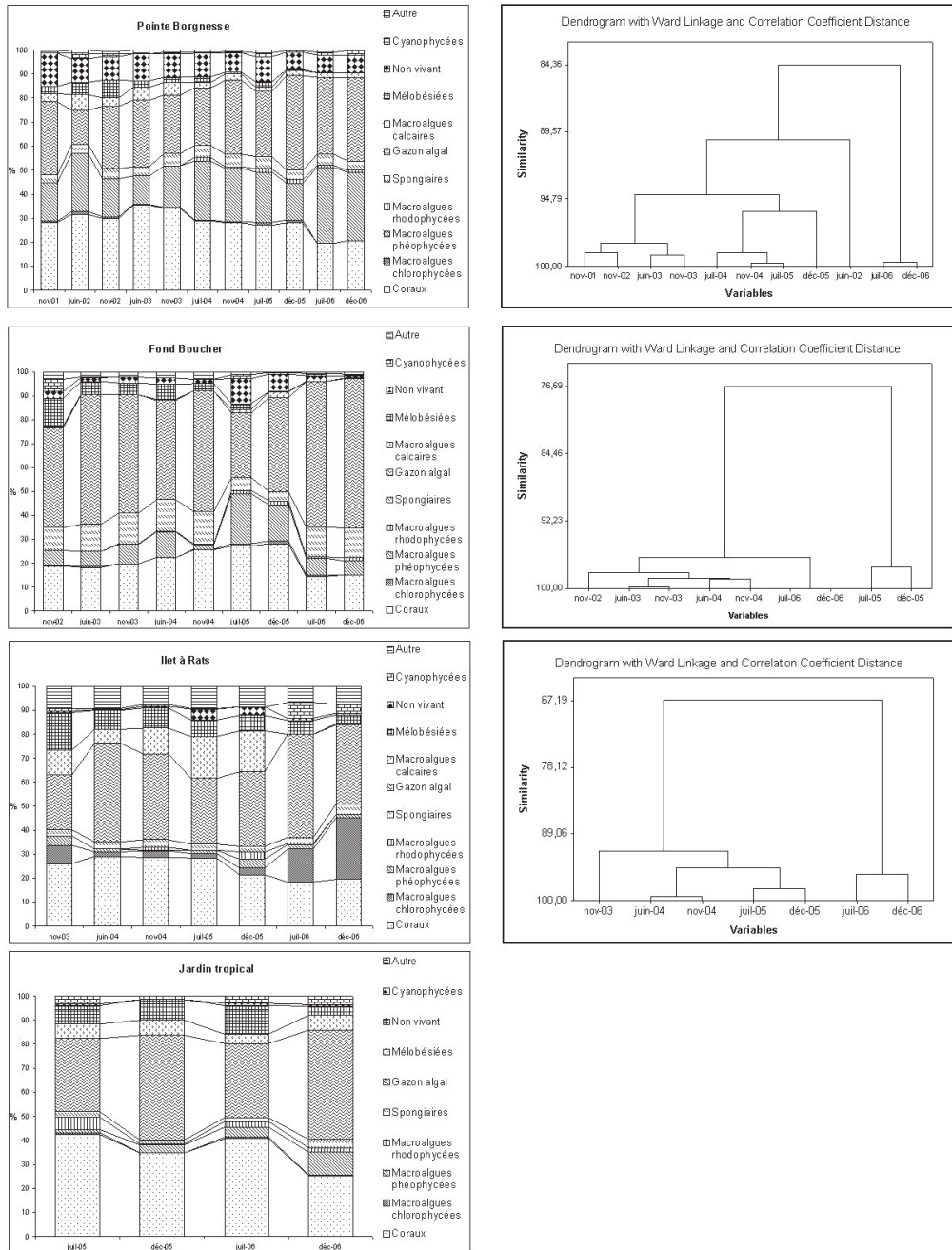


Figure 2. – (a) Évolution de la couverture benthique totale dans le temps pour chacune des stations de suivi de l'état de santé des récifs coralliens de Martinique (données en % de chaque catégorie benthique sur 60 m de transect échantillonnés) et (b) résultats des classifications hiérarchiques réalisées sur les % de couverture des catégories benthiques pour chaque site (Jardin Tropical n'a pas été pris en compte en raison de 2 années d'échantillonnage seulement). (a) Benthic communities changes over each coral reef monitoring sites in Martinique. (bars are % of each benthic class over the 60 m long transect) and (b) cluster analysis results based on % of benthic classes over each site (Jardin Tropical has not been analysed due to only 2 years sampling).

TABLEAU III

Évolution de la couverture corallienne entre le premier suivi et l'année 2006 pour chacun des sites (corail vivant).
Coral cover changes between the first survey and the 2006 campaign at each monitoring site (live coral)

Sites – 1 ^{er} suivi / dernier suivi	Évolution de la couverture en corail vivant (%)	Perte en corail entre le premier suivi et le dernier suivi (%)
Ilet à Rats – 2003 / 2006	26 / 19,5	- 25
Jardin tropical – 2005 / 2006	42 / 30	- 28,6
Pointe Borgnesse – 2001 / 2006	28,4 / 20,6	- 27,5
Fond Boucher – 2002 / 2006	18,9 / 15,2	- 19,6

Ces différences dans la composition des communautés benthiques reflètent des diminutions significatives des taux de couverture en corail sur l'ensemble des sites échantillonnés. Par exemple, sur le site Pointe Borgnesse, où le suivi est le plus ancien, la comparaison des % de couverture en corail entre saison sèche et saison humide jusqu'à fin 2005 ne donne pas de différence significative (Mann-Withney), montrant qu'il n'y a pas de variation saisonnière dans la composition du peuplement. Par contre, la comparaison des moyennes de couverture benthique en corail, avant et après 2005, met en évidence une perte significative en corail vivant sur ce site (Mann-Withney, $p = 0,0451$).

Dans tous les cas, la diminution de surface en corail est compensée par l'augmentation du turf ou gazon algal, progressivement remplacé par des macroalgues, plus ou moins rapidement selon les sites, comme les Chlorophycées à l'îlet à Rats, ou les Phéophycées à Pointe Borgnesse et Jardin Tropical.

Des changements significatifs de la composition spécifique des peuplements coralliens sont également mis en évidence, en particulier lors de la transition 2005/2006. C'est le cas pour *Agaricia agaricites* et *Porites porites* sur Fond Boucher (Fig. 3) avec des chutes respectives du recouvrement de 5,5 % en décembre 2005 à 0,2 % en décembre 2006 et de 3 % en décembre 2005 à 1,1 % en décembre 2006. Le peuplement majoritaire du genre *Monastrea* sur Pointe Borgnesse passe de 21,2 % en moyenne avant 2005 à 13,5 % fin 2006. À Jardin Tropical, l'ensemble du peuplement semble avoir été affecté de la même manière.

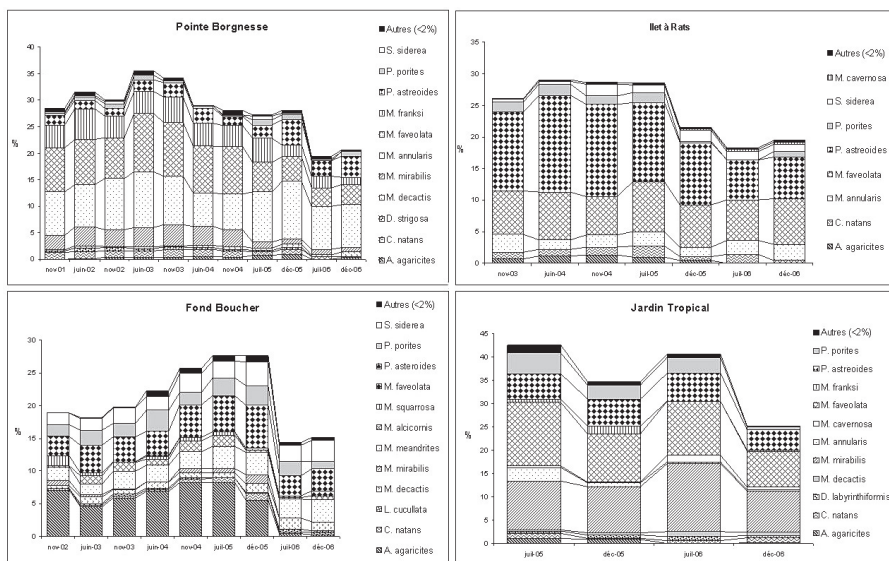


Figure 3. – Evolution de la composition du peuplement corallien pour chacun des sites de suivi des récifs coralliens échantillonnés en Martinique (données en % de la couverture totale en corail). *Coral species cover changes over each monitoring site (bars are % of each species over the total coral cover).*

LES EFFETS DU BLANCHISSEMENT CORALLIEN DE 2005

Au second semestre 2005, la région Caraïbe a connu une augmentation importante de la température des eaux marines de surface, à plus de 30°C sur certains sites, en Martinique notamment. L'ampleur du phénomène a mobilisé les scientifiques de toute la région pour tenter d'évaluer le taux de corail affecté (Tab. IV).

TABLEAU IV

Pourcentage moyen de blanchissement observé dans différents pays de la Caraïbe au cours du second semestre 2005 (données issues des indications relatives au blanchissement pour la période septembre-octobre 2005 et compilées de ReefBase, Coral List et autres sources. D'après NOAA Coral Reef Watch). Preliminary bleaching report data for September-November 2005, compiled from ReefBase, Coral List, and other sources.

Localisation	Niveau de sévérité	% de corail affecté
Bahamas	Faible à Élevé	75
Belize	Moyen	20-80
Iles Vierges Britanniques	Élevé	50-90
Colombie	Faible	1-20
Cuba	Faible à Élevé	8-75
Jamaïque	Moyen	20-80
Martinique	Élevé	70-80
Mexique	Moyen	40
Panama	Moyen	70
Trinidad et Tobago	Élevé	70-90
Floride	Faible à Élevé	3-100
Puerto Rico	Moyen à Élevé	50-100
Texas	Moyen	35-100
Iles Vierges Américaines	Élevé	50-90

La méthodologie du « point intercept » a été employée pour évaluer les taux de blanchissement en 2005 sur des transects de 75 m (150 points par transect – 1pt/50cm) aux sites Pointe Borgnesse et Jardin Tropical en Martinique. Lors des suivis de novembre 2003 sur Pointe Borgnesse, un épisode de blanchissement avait été répertorié, avec 23 % de coraux blanchis. En novembre 2005, le blanchissement a été évalué à 76 % de la surface totale des coraux du site. Le genre le plus touché a été *Montastraea*.

Le profil des températures enregistrées sur le transect permanent à 12 m de profondeur indique une montée de la température dès juillet et une persistance de températures élevées jusqu'à la première semaine d'octobre (Fig. 4). Le niveau de température et sa persistance, en accord avec les images satellites NOAA (Goreau & Hayes, 2005), sont les deux facteurs ayant provoqué le blanchissement observé au second semestre 2005.

Les effets secondaires du blanchissement (Williams *et al.*, 1987) de fin 2005 ont eu un impact non négligeable à la fois sur certaines espèces des genres *Agaricia*, *Millepora* et *Porites* (espèces à croissance rapide et extrêmement sensibles au blanchissement) et sur les colonies de grande taille du genre *Montastraea*. Des analyses de la mortalité post-blanchissement au premier semestre 2006 montrent des taux de mortalité récente (dans les 6 derniers mois) de 100 % chez *A. agaricites* et de 50 à 80 % dans les colonies de *Montastraea* de Pointe Borgnesse (OMMM, données non publiées). La mortalité observée est essentiellement due au développement des maladies (Lafferty *et al.*, 2004) apparues dans les colonies affaiblies par le blanchissement, et plus globalement par les effets du réchauffement climatique (Harvell *et al.*, 2002). Les zones dégradées sont rapidement colonisées par un gazon algal fin (turf). En juillet 2006 le taux de mortalité des coraux dû au développement des maladies était d'environ 15 %.

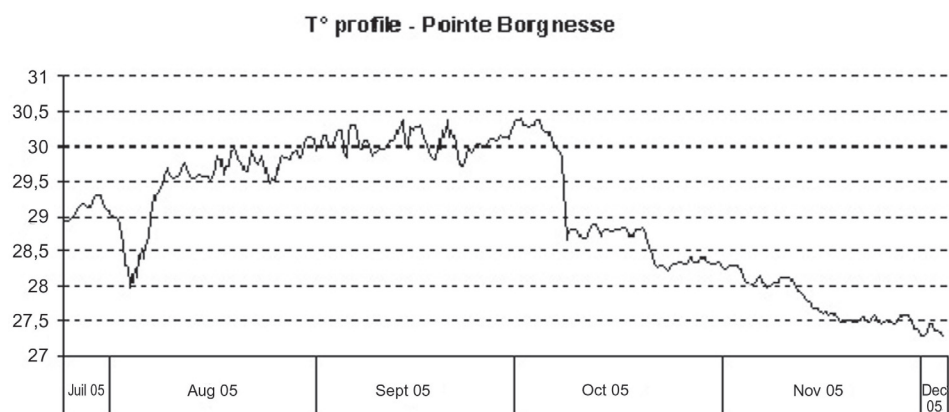


Figure 4. – Profil de températures enregistré par le thermographe de la station Pointe Borgnesse entre juillet et décembre 2005 (capteur EBRO EBI 85A). La température élevée en juillet (29°C) continue à augmenter jusqu'à fin août et se maintient au-dessus du seuil de température limite du blanchissement (29,5°C) jusqu'à début octobre. La chute brutale de la température de 1,5°C début août est inexpliquée, peut être en relation avec de fortes pluies. Celle observée début octobre de presque 2°C est sans doute liée au changement du thermographe et à un problème de calibrage. *Temperature profile at Pointe Borgnesse between July and December 2005 (Logger EBRO EBI 85A). Temperature raised above the bleaching limit threshold (29.5°C) mid August until 1st week October. The 1.5°C temperature drop beginning of August is not explained, but could be related to heavy rains. The second drop (2°C) in October has been correlated to the change and calibration of a new logger.*

L'altération des symbioses corail-zooxanthelles, lors d'un épisode de blanchissement, réduit considérablement les processus par lesquels le corail acquiert l'énergie suffisante pour survivre. Un blanchissement répétitif ou chronique peut réduire les capacités de reproduction et de croissance du corail, entraînant une perte de son intégrité physique (Schumacher *et al.*,

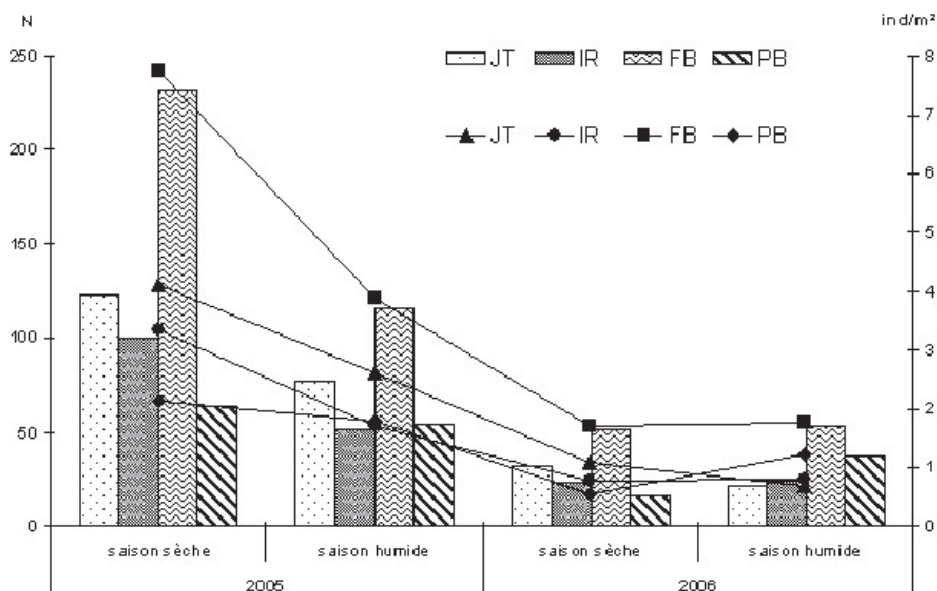


Figure 5. – Évolution du recrutement corallien entre 2005 et 2006. Le blanchissement du corail fin 2005 a considérablement affecté les capacités physiologiques de reproduction. *Corals recruitment in 2005 and 2006. The 2005 bleaching event has significantly affected corals reproduction.*

2005). Les résultats des études menées en Martinique montrent que le recrutement corallien est marqué par une réduction significative du nombre de jeunes colonies sur l'ensemble des sites échantillonnés (Fig. 5).

ÉVOLUTION DU PEUPLEMENT ICTHYOLOGIQUE DE LA MARTINIQUE DEPUIS 2001

Description générale du peuplement ichthyologique de la Martinique

Entre novembre 2001 et décembre 2006, 111 espèces de poissons ont été recensées sur les quatre stations de suivi de la Martinique (blennies, gobies, poissons cardinaux et espèces cryptiques exclus). La richesse spécifique varie entre 56 espèces à l'îlet à Rats (7 transects) et 85 espèces à Fond Boucher (9 transects) (66, Jardin Tropical – 4 transects ; 79, Pointe Borgnesse – 11 transects).

Les 31 transects totalisent 29 737 poissons, appartenant à 89 espèces et 27 familles, dont 5 majoritaires : *Serranidae* (14 espèces), *Pomacentridae* (9 espèces), *Scaridae* (8 espèces), *Labridae* (7 espèces) et *Haemulidae* (7 espèces) (Fig. 6).

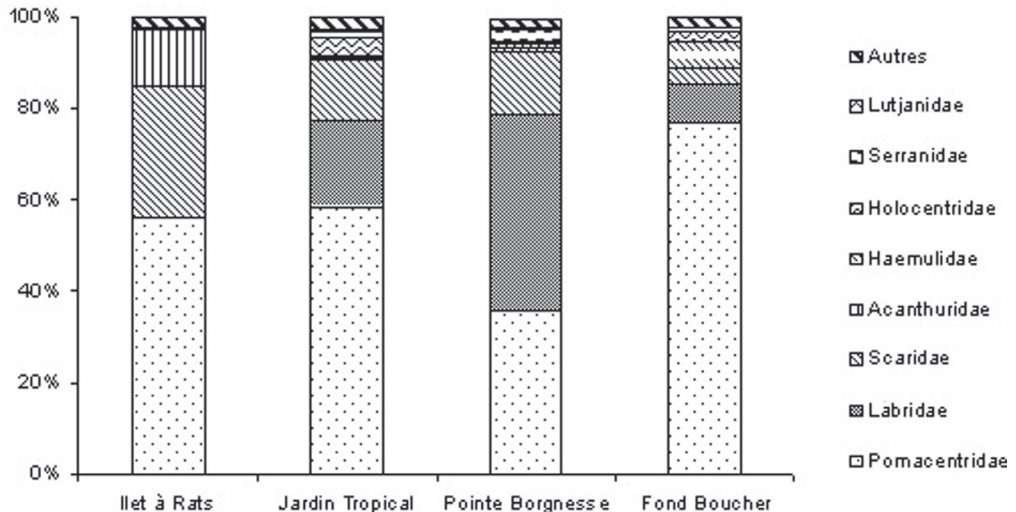


Figure 6. – Abondance relative (%) des différentes familles de poissons récifaux présentes sur chacun des sites de suivi de la Martinique. *Relative abundance (%) of reef fish families in each of the 4 coral reef monitoring sites of Martinique.*

La famille des *Pomacentridae* domine largement le peuplement ichthyologique avec plus de la moitié des effectifs totaux (56 à 75 %), à l'exception du site Pointe Borgnesse. Trois autres familles occupent une place majeure dans la composition du peuplement : *Labridae*, *Scaridae* et *Haemulidae* (Tab. V).

TABLEAU V

Composition du peuplement ichthyologique (espèces majoritaires > 3 %) des quatre stations du suivi IFRECOR en Martinique. Fish population (species > 3 %) at all the IFRECOR monitoring sites in Martinique.

Sites	Familles majeures	Principales espèces (>3 % de l'effectif total)
Îlet à Rats	<i>Pomacentridae</i> (56 %)	<i>Stegastes planifrons</i> (32 %), <i>S. adustus</i> (12 %), <i>S. leucostictus</i> (9 %)
	<i>Scaridae</i> (29 %)	<i>Scarus iserti</i> (9 %), <i>Sparisoma viride</i> (6 %), <i>Sparisoma aurofrenatum</i> (6 %), <i>Scarus taeniopterus</i> (5 %)
	<i>Acanthuridae</i> (13 %)	<i>Acanthurus coeruleus</i> (8 %)
Jardin Tropical	<i>Pomacentridae</i> (59 %)	<i>Chromis multilineata</i> (21 %), <i>C. cyanea</i> (17 %), <i>S. partitus</i> (14 %), <i>S. planifrons</i> (5 %)
	<i>Labridae</i> (19 %)	<i>Clepticus parrae</i> (10 %), <i>Thalassoma bifasciatum</i> (7 %)
	<i>Scaridae</i> (14 %)	<i>S. taeniopterus</i> (7 %), <i>S. iserti</i> (4 %)
Pointe Borgnesse	<i>Labridae</i> (43 %)	<i>C. parrae</i> (42 %)
	<i>Pomacentridae</i> (36 %)	<i>C. multilineata</i> (14 %), <i>C. cyanea</i> (12 %), <i>S. planifrons</i> (9 %)
	<i>Scaridae</i> (14 %)	<i>S. iserti</i> (5 %), <i>S. taeniopterus</i> (4 %)
Fond Boucher	<i>Pomacentridae</i> (75 %)	<i>C. multilineata</i> (42 %), <i>S. partitus</i> (29 %), <i>S. variabilis</i> (4 %)
	<i>Labridae</i> (6 %)	<i>T. bifasciatum</i> (6 %)
	<i>Haemulidae</i> (5 %)	<i>Haemulon carbonarium</i> (4 %)

Évolution des densités et biomasses de poissons

L'évolution des densités et des biomasses moyennes de poissons a été analysée uniquement à partir de la liste d'espèces cibles de Bouchon *et al.* (2003). Ces densités et biomasses ne reflètent pas celles du peuplement total du récif.

Les densités moyennes varient en fonction des sites et les biomasses moyennes des stations fluctuent du simple au quadruple (Tab. VI, Fig. 7). Aucune tendance évolutive des effectifs et de la biomasse moyenne n'a été mise en évidence pour l'ensemble des stations (test de Spearman). Ces valeurs moyennes reflètent un état d'équilibre des peuplements entre 2001 et 2006. Les forts écart-types des valeurs moyennes à Fond Boucher montrent une variabilité importante dans les comptages de poissons, due notamment à la présence ou l'absence de groupes au comportement grégaire (*Haemulidae* et *Lutjanidae*).

TABLEAU VI

Densité et biomasse moyennes des peuplements de poissons à chaque station de suivi IFRECOR en Martinique. Mean fish density and biomass at each IFRECOR monitoring site in Martinique

Sites	Densité moyenne (ind/300 m ²)	Biomasse moyenne (kg/300 m ²)
Îlet à Rats	457 ± 267	8,2 ± 5,3
Jardin Tropical	1147 ± 453	18,8 ± 6,7
Pointe Borgnesse	479 ± 201	16,8 ± 2,9
Fond Boucher	1168 ± 1125	36,6 ± 33,0

Le site Jardin Tropical présente une biomasse moyenne équivalente à celle du site Pointe Borgnesse, mais une densité deux fois supérieure. Cette différence entre les deux sites géographiquement proches serait expliquée par le statut de cantonnement de pêche du second secteur.

L'évolution des peuplements, sur la base des principales familles, a été analysée (test de Spearman), et a révélé des différences significatives de la biomasse moyenne pour la famille des *Lutjanidae* seulement à Fond Boucher ($R_s = 0,792$; $p = 0,014$).

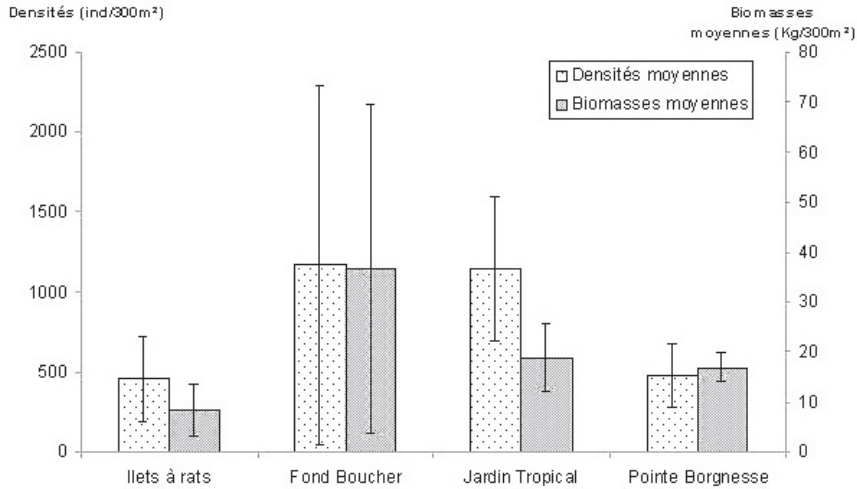


Figure 7. – Densités (ind/300 m²) et biomasses (kg/300 m²) moyennes de poissons des différents sites de suivi de la Martinique toutes espèces confondues. *Mean fish density (ind/300 m²) and mean fish biomass (kg/300 m²) over the 4 coral reef monitoring sites of Martinique (all species together).*

L'analyse du peuplement par classe de taille met en évidence des variations intra-annuelles significatives de l'abondance des effectifs de la classe 0-5 cm (Mann-Whitney, $U = 30,0$; $p = 0,004$; Fig. 8). Pendant la saison sèche, les effectifs sont trois fois plus élevés (745 ± 794 ind/300 m²) qu'à la saison humide (215 ± 168 ind/300 m²). Cette différence illustre le recrutement larvaire de nombreuses espèces à la saison sèche (Munro, 1983 ; Watson & Munro, 2004). L'analyse détaillée des proportions des effectifs des différentes classes de taille du site Pointe Borgnesse montre une saisonnalité du recrutement de juvéniles très marquée chez les *Pomacentridae* (Mann-Whitney, $U = 30,0$; $p = 0,009$) et les *Scaridae* ($U = 22,9$; $p < 0,001$).

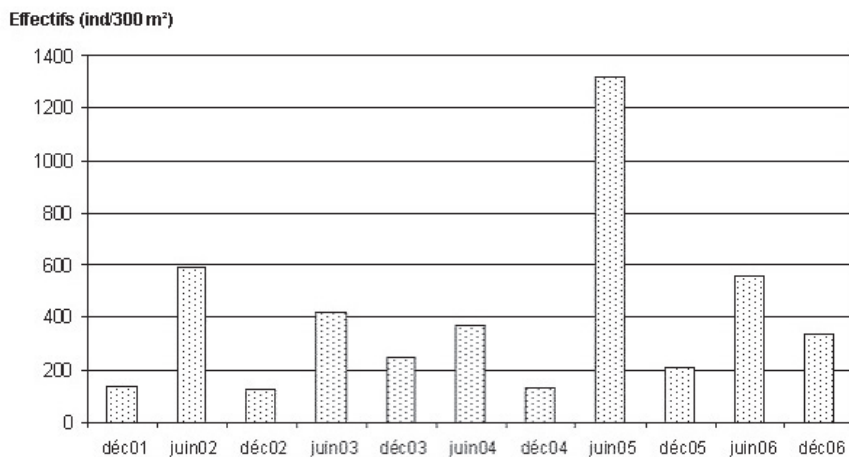


Figure 8. – Évolution des effectifs (ind/300 m²) des poissons de la classe de taille 0-5 cm sur les 4 sites de la Martinique en fonction du temps (décembre étant la fin de la période des pluies et juin la fin de la période sèche). *Over time changes in the number of fishes (ind/300 m²) sized 0-5 cm over the 4 coral reef monitoring sites of Martinique (December = end of the wet season ; June = end of the dry season).*

La diversité du peuplement de poissons des sites de suivi IFRECOR de la Martinique (111 espèces) est inférieure à celle rencontrée dans le golfe du Mexique et d'autres îles de la Caraïbe (Loreto, 2003 ; Pattengill-Semmens & Gittings, 2003), mais reste néanmoins similaire à celle observée par Grober-Dunsmore *et al.* (2006) autour de l'île de St John, voire supérieure à certaines mesures faites à Cuba et Puerto Rico (Claro, 2003 ; Aguilar *et al.*, 2004 ; Bejarano-Rodríguez, 2006).

Le peuplement de poissons de la Martinique est constitué de quatre familles majeures, prépondérantes dans tout l'arc antillais (*Pomacentridae*, *Labridae*, *Scaridae* et *Haemulidae*) qui comptabilisent plus de 85 % de l'effectif total des peuplements étudiés en Martinique. Au sein de ce groupe, les *Pomacentridae* comptent pour plus de 50 % des effectifs de poissons (excepté à Pointe Borghnesse).

Les valeurs des densités et biomasses ne montrent aucune tendance évolutive reflétant une stabilité dans la structure des peuplements. Toutefois l'îlet à Rats se démarque des autres sites par une richesse spécifique faible et des valeurs basses de densité et biomasse, probablement en lien avec sa localisation géographique dans une baie semi-fermée de la côte atlantique, soumise à de fortes pollutions et une hypersédimentation régulière.

Les classes de tailles inférieures à 10 cm comptabilisent 87 % des effectifs des peuplements ichthyologiques des stations IFRECOR de Martinique. Les fortes variations de densité des individus de la classe de taille 0-5 cm observées chaque année soulignent le caractère saisonnier du recrutement.

L'épisode de blanchissement des coraux qui a fortement touché la Martinique fin 2005 n'a pas montré d'impact significatif à ce jour sur la structure qualitative et quantitative des peuplements de poissons récifaux. La campagne de suivi 2006 est probablement trop proche de cet épisode pour que les changements soient significatifs. Les suivis ultérieurs permettront de voir l'évolution du peuplement ichthyologique en réponse à la forte mortalité des coraux.

REMERCIEMENTS

Remerciements aux bénévoles de l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais qui ont participé à la récolte des données et sans qui ces suivis ne seraient pas réalisables : Bernard Renaudie, Josiane Mahieu, Claude Séraline, Laurent Juhel, Gil Delouche. Remerciements à l'équipe UAG DYNECAR (Claude Bouchon, Yolande Bouchon, Max Louis et Pedro Portillo) pour leur participation à la récolte des données sur les stations Pointe Borghnesse et Fond Boucher. Le programme IFRECOR Martinique est soutenu financièrement par le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durable (DIREN Martinique – Gilles Battedou), le Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-Mer et des Collectivités Territoriales, le Conseil Régional de Martinique, et l'Union Européenne (FEDER).

RÉFÉRENCES

*Les documents marqués d'un * sont consultables à l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais. Certains peuvent être téléchargés sur le site <http://www.ommm.org>*

- ADEY, W.H., ADEY, P.J., BURKE, R. & KAUFMAN, L. (1977). – The holocene reef systems of eastern Martinique, French West Indies. *Atoll Res. Bull.*, 218 : 1-41.
- AGUILAR, C., GONZALES-SANSÓN, G., MUNKITTRICK, K.R. & MACLATCHY, D.L. (2004). – Fish assemblages on fringe coral reefs of the northern coast of Cuba near Havana Harbor. *Ecotox. Envir. Safety*, 58 : 126-138.
- BARKER, N.H.L. & ROBERTS, C.M. (2004). – Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol. Cons.*, 120 : 481-489.
- BATTISTINI, R. (1978). – Les récifs coralliens de la Martinique. Comparaison avec ceux du sud-ouest de l'océan Indien. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 16 : 157-177.
- BEJERANO-RODRIGUEZ, I. (2006). – *Relationships between reef fish communities, water and habitat quality on coral reefs*. Puerto Rico, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.
- BLANCHET, G., GOBERT, B. & GUEREDRAT, J.-A. (2002). – *La pêche aux Antilles. Martinique et Guadeloupe*. IRD Editions, Paris.
- BOHNSACK, J.A. & HARPER, D.E. (1988). – Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the south-eastern United States and the Caribbean. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-215* : 1-31.
- *BOUCHON, C. (1998). – La Martinique. In « *L'état des récifs coralliens en France Outre-Mer* ». Rapport IFRECOR. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement / Secrétariat d'Etat à l'Outre-Mer.

- *BOUCHON, C., BOUCHON-NAVARO, Y. & LOUIS, M. (2003). – *Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région Caraïbe*. Université des Antilles et de la Guyane.
- BOUCHON, C. & LABOREL, J. (1986). – Les peuplements coralliens des côtes de la Martinique. *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 62 : 199-237.
- *BOUCHON-NAVARO, Y. (1997). – *Les peuplements ichthyologiques récifaux des Antilles. Distribution spatiale et dynamique temporelle*. Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane.
- BOUCHON-NAVARO, Y., BOUCHON, C. & LOUIS, M. (1992). – L'ichtyofaune des herbiers de Phanérogames marines de la Baie de Fort-de-France (Martinique, Antilles françaises). *Cybius*, 16 : 307-330.
- BOUCHON-NAVARO, Y. & LOUIS, M. (1986). – Les poissons des formations coralliennes de la Martinique. *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 62 : 251-270.
- *BROSSARD, M., IMBERT, D., MENARD, S. & CUNY, P. (1991). – *La mangrove de la baie de Fort-de-France : relations sols-végétation et dynamique actuelle*. Rapport PNU.
- BUNCE, L. (2003). – *Socioeconomic monitoring guidelines : Critical tools for balancing biodiversity & people*. Paper presented at the Second International Tropical Marine Ecosystems Management Symposium (ITMEMS 2), Manila, Philippines. March 24-27, 2003. Theme 02.
- BUNCE, L., TOWNSLEY, P., POMEROY, R. & POLLNAC, R. (2000). – *Socioeconomic manual for coral reef management*. Australian Institute of Marine Science.
- *CARRIBEAN COASTAL MARINE PRODUCTIVITY PROGRAM (CARICOMP) (2001). – *CARICOMP methods manual, levels 1 and 2*. Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean.
- CHASSAING, J.-P., DELPLANQUE, A. & LABOREL, J. (1978). – Coraux des Antilles françaises. *Rev. Fr. Aquariol.*, 5 : 57-84.
- *CHAUVAUD, S. (1997). – *Cartographie par télédétection à haute résolution des biocénoses marines côtières de la Guadeloupe et de la Martinique. Estimation de la biomasse et de la production primaire des herbiers à Thalassia testudinum*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale.
- CLARO, R. & CANTELAR RAMOS, K. (2003). – Rapid assessment of coral communities of María la Gorda, Southeast Ensenada de Corrientes, Cuba (Part 2 : reef fishes). Pp 278-293 in : J. C. Lang (ed.), Status of coral reefs in the western Atlantic : Results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. *Atoll Res. Bull.*, 496.
- DIXON, J.A., SCURA, L. & VAN'T. HOF, T. (1994). – Ecology and microeconomics as joint products : the Bonaire marine park in the Caribbean. In : C. Perrings, K.G. Maler, C.Folke, C.S. Holling & B.O. Jansson (eds). *Biodiversity conservation : problems and policies*. Kluwer Academic Press, Dordrecht.
- *DRAM (2005). – *Monographie des pêches maritimes et des élevages marins de la Martinique : année 2004*. Direction Régionale des Affaires Maritimes de la Martinique.
- *FRETEY, J. (1990). – Les tortues marines. Pp. 182-187 in : *La Grande Encyclopédie de la Caraïbe. Tome 5 : le monde marin*. Sanoli ed.
- *GABRIÉ, C. (1998). – *L'état des récifs coralliens en France Outre-Mer*. Rapport IFRECOR. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement / Secrétariat d'Etat à l'Outre-Mer.
- *GOBERT, B. (1989). – *Effort de pêche et production des pêcheries artisanales martiniquaises*. Pôle de recherche océanographique et halieutique caraïbe. Document scientifique n° 22. IFREMER/UAG/ORSTOM.
- GOBERT, B. (1990). – Production relative des pêcheries côtières en Martinique. *Aquat. Living Resour.*, 3 : 181-191.
- *GOBERT, B. (1991a). – *Éléments d'évaluation de l'état des ressources en poissons du plateau insulaire martiniquais*. Pôle de recherche océanographique et halieutique caraïbe, Document scientifique n° 31. IFREMER, UAG, ORSTOM.
- *GOBERT, B. (1991b). – *Éléments d'évaluation de l'état des ressources en langoustes du plateau insulaire martiniquais*. Pôle de recherche océanographique et halieutique caraïbe. Document scientifique n° 32. IFREMER, UAG, ORSTOM.
- GOREAU, T.J. & HAYES, R.L. (2005). – Global coral reef bleaching and sea surface temperature trends from satellite-derived hotspot analysis. *World Res. Rev.* 17 : 254-293.
- GROBER-DUNSMORE, R., FRAZER, T.K., LINDBERG, W.J. & BEETS, J. (2006). – Reef fish and habitat relationships in a Caribbean seascape : the importance of reef context. *Coral Reefs*, 26 : 201-216.
- *GUILLOU, A. & LAGIN, A. (1997). – *Engins et techniques de pêche de la Martinique*. IFREMER.
- HARVELL, C.D., MITCHELL, C.E., WARD, J.R., ALTIZER, S., DOBSON, A.P., OSTFELD, R.S. & SAMUEL, M.D. (2002). – Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*, 296 : 2158-2162.
- HILL, J. & WILKINSON, C. (2004). – *Methods for ecological monitoring of coral reefs : A resource for managers*. Version 1. Australian Institute of Marine Science (AIMS), Townsville, Australia.
- HODGSON, G. & LIEBELER, J. (2002). – *The global coral reef crisis*. Reef Check 5 years Report.
- *IFREMER (2000). – *Carte des formations superficielles du plateau insulaire de la Martinique*. Edition 2000.
- LABOREL, J., LABOREL-DEGUEN, F., VACELET, J., BOUCHON, C., BOUCHON-NAVARO, Y., PHILIPOT, V., LOUIS, M. & LAMY, D. (eds) (1984). – *Mission CORANTILLES II sur les côtes de la Martinique, du 18 décembre 1983 au 6 janvier 1984*. COREMA, UAG, Université de Aix-Marseille II.
- *LABOREL-DEGUEN, F. (1984). – Les herbiers de Phanérogames marines de la Martinique. In : J. Laborel, F. Laborel-Deguen, J. Vacelet, C. Bouchon, Y. Bouchon-Navaro, V. Philipot, M. Louis & D. Lamy (eds). *Mission CORANTILLES II sur les côtes de la Martinique, du 18 décembre 1983 au 6 janvier 1984*. COREMA, UAG, Université de Aix-Marseille II.

- LAFFERTY, K.D., PORTER, J.W. & FORD, S.E. (2004). – Are diseases increasing in the ocean ? *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35 : 31-54.
- LAMY, D., POINTIER, J.P. & ÉRAVILLE, M.J. (1984). – La faune malacologique marine de la Martinique (Antilles françaises). *Xenophora*, 23 : 9-17
- LANG, J., GINSBURG, R., MARKS, K., OXFORD, H., MARÉCHAL, J.-P. & GORE S. (2006). – The simplified BLAGRRA Protocol for rapid response to bleaching events, outbreaks of disease, and other disasters. *Caribbean Bleaching and Disease Workshop : 2005 Event Response and Assessment. ITEMS 3 Global Problems, Local Solutions*. Cozumel, Mexico 16-20 October 2006.
- LEWIS, S.M. & WAINWRIGHT, P.C. (1985). – Herbivore abundance and grazing intensity on a Caribbean coral reef. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 87 : 215-228.
- LINTON, D. & FISHER, T. (2004). – *Caribbean coastal marine productivity program : 1993-2003*. Caribbean coastal marine productivity program (CARICOMP).
- LORETO, R.M., LARA, M. & SCHMITTER-SOTO, J.J. (2003). – Coral reef fish assemblages at Banco Chinchorro, Mexican Caribbean. *Bull. Mar. Sci.*, 73 : 153-170.
- LOUIS, M., BOUCHON, C., & BOUCHON-NAVARO, Y. (1995). – Spatial and temporal variations of mangrove fish assemblages in Martinique (French West Indies). *Hydrobiol.*, 295 : 275-284.
- LOYA, J. (1972). – Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar. Biol.*, 12 : 100-123.
- MUNRO, J.L. (ed.) (1983). – *Caribbean coral reef fishery resources*. ICLARM Studies and Reviews 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- *O.M.M.M. (2003). – *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Martinique, campagne 2001-2003*.
- *O.M.M.M. (2004a). – *Etude de fréquentation des sites de plongée de la Martinique*.
- *O.M.M.M. (2004b). – *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Martinique, campagne 2004*.
- *O.M.M.M. (2006a). – *Suivi de l'état de santé des récifs coralliens de la Martinique, campagne 2005*.
- *O.M.M.M. (2006b). – *Esquisse cartographique au 1/100.000^e des biocénoses benthiques de la Martinique*.
- *O.M.M.M. (2006c). – *Contributions aux inventaires floristiques et faunistiques de Martinique. Programme ZNIEFF Mer. Le récif méridional de Martinique/Synthèse*.
- *O.M.M.M. (2007). – *Evaluation du contexte socio-économique du projet de création de la réserve marine régionale de Sainte Luce en Martinique*.
- PATTENGILL-SEMMENS, C.V. & GITTINGS, R. (2003). – A rapid assessment of the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary (stony corals, algae and fishes). Pp 500-510 in : J. C. Lang (ed.), *Status of coral reefs in the western Atlantic : Results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program*. *Atoll Res. Bull.*, 496.
- PHILIPPOT, V. (1986). – Les gorgones des côtes de l'île de la Martinique (Antilles françaises). *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 62 : 239-250.
- PONS, J.C., PARRA, M. & JULIUS, C. (1988). – Teneurs en métaux lourds des sédiments fins de la baie de Fort-de-France, Martinique, Petites Antilles françaises. *Oceanologica Acta*, 11 : 47-54.
- *RNO (2006). – *Surveillance du milieu marin. Travaux du réseau national d'observation de la qualité du milieu marin*. IFREMER.
- SACCHI, J., LAGIN, A., CHAUDEMAR, V. & LANGLAIS, C. (1981). – La pêche des espèces pélagiques aux Antilles françaises. État actuel et perspective de développement. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, 312 : 1-15.
- SCHUMACHER, H., LOCH, K., LOCH, W. & SEE, W.R. (2005). – The aftermath of coral bleaching on a Maldivian reef – a quantitative study. *Facies*, 51 : 80-92.
- *SDAGE (2002). – *Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux de la Martinique. Volume 1 : orientations et objectifs*. Comité de bassin de la Martinique / DIREN Martinique.
- *SEPANMAR (2003). – Échantillonnage visuel et acoustique des populations de Cétacés et de l'avifaune marine dans les eaux territoriales à la Martinique : mars – avril 2003. Estimation de l'abondance et distribution en début de saison sèche (Carême). *Rapport Technique SEPANMAR n° 1* : 1-54.
- TAQUET, M. (2004). – *Le comportement agrégatif de la dorade coryphène (Coryphaena hippurus) autour des objets flottants*. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris 6.
- WATSON, M. & MUNRO, J.L. (2004). – Settlement and recruitment of coral reef fishes in moderately exploited and over-exploited Caribbean ecosystems : implications for marine protected areas. *Fisheries Res.*, 69 : 415-425.
- WILLIAMS, E.H., GOENAGA, C. & VICENTE V. (1987). – Mass bleaching on Caribbean coral reefs. *Science*, 38 : 877-878.

SITES INTERNET :

INSEE : [http ://81.255.68.41/fr/insee_regions/martinique/home/home_page.asp](http://81.255.68.41/fr/insee_regions/martinique/home/home_page.asp)

Commission Européenne : [http ://ec.europa.eu/fisheries/publications/outermost_regions_martinique_fr.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/publications/outermost_regions_martinique_fr.htm)